

Расчет значений A , B и Q по результатам измерений при температуре 783 и 823 К позволил получить следующее уравнение для скорости ползучести:

$$\dot{\epsilon} = 8 \cdot 10^{35} \exp\left(-\frac{224000 - 200\sigma}{RT}\right), \quad (2)$$

где $R = 2$ кал/(моль · К); σ выражено в МПа; $\dot{\epsilon}$ в ч^{-1} . Расчет $\dot{\epsilon}$ при температуре 623 К по уравнению (2) дает значения на несколько порядков величины ниже измеренных. Это показывает, что ползучесть облученной стали при 623 К имеет иной механизм, чем при 783 и 823 К, и, возможно, стимулируется облучением. Радиационная составляющая ползучести при 783 и 823 К, по-видимому, также вносит свой вклад, однако при этой температуре и высоком напряжении она оказывается намного меньше термической составляющей и в пределах точности опыта не обнаруживается.

Таким образом, при измерении деформации ползучести стали 09Х16Н15М3Б в канале БР-10 установлено, что параметры термоактивируемой составляющей внутриреакторной ползучести при температуре 783—823 К и напряжении 350—400 МПа практически не зависят от воздействия нейтронного потока плотностью до $6 \cdot 10^{13}$ нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Этот вывод согласуется с экспериментальными данными и теоретическими представлениями [1, 2] о развитии процессов тепловой и радиационной ползучести в однофазных марках сталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Harris D.— J. Nucl. Mater., 1977, v. 65, p. 157.
2. Heald P., Harbottle J.— Ibid., 1977, v. 67, p. 229.
3. Круглов А. С. и др.— Заводск. лаборатория, 1980, № 11, с. 1048.
4. Кеннеди А. Ползучесть и усталость в металлах. М., Металлургия, 1965.

Поступило в Редакцию 22.10.79

УДК 549.543:669

О поведении газовых примесей в бориде алюминия

КЕРЕЛИДЗЕ Л. И., ОГАНЕЗОВ К. А., КЕРВАЛИШВИЛИ П. Д.

Интерес к свойствам различных боридов алюминия [1—3] в основном обусловлен перспективностью применения этих материалов в качестве поглотителей быстрых нейтронов. В этом отношении определенным преимуществом обладает додекаборид, отличающийся стабильностью при рабочих температурах быстрого реактора и большим содержанием бора. Разработка технологии получения додекаборида алюминия неразрывно связана с изучением поведения газовых примесей, особенно в изделиях, изготавливаемых методами порошковой металлургии.

Исследования проводили на горячепрессованных образцах порошков додекаборида алюминия, полученных методом алюмотермического восстановления [4] с последующим измельчением в планетарной мельнице на воздухе. Во время экспериментов определяли общее содержание кислорода, азота и водорода [5], измеряли концентрацию этих газов на поверхности и в объеме образцов [6], а также проводили термокинетический анализ [7] с чувствительностью 10^{-2} мас. % для кислорода, $5 \cdot 10^{-3}$ мас. % для азота и 10^{-3} мас. % для водорода. Точность определения кислорода и азота по известному эталону составляет 10—15 отн. %, а водорода ~20 отн. %.

При изготовлении изделий из борида алюминия используют исходный материал в виде мелких кристаллов, которые измельчают дроблением, что загрязняет порошок элементами, входящими в состав материала контейнера и мельницы. Для удаления примесей порошок обрабатывают в кипящей соляной кислоте в течение 2—3 ч и сушат

в вакууме при давлении ~0,13 Па и температуре 180 °С. Путем гранулометрического анализа исходные и обработанные порошки были разделены на четыре группы, характеризующиеся разными значениями удельной поверхности. На рис. 1 показано, как зависит концентрация газов от площади удельной поверхности одной партии порошка для большого числа проб.

Экстраполяция прямых на графике к оси ординат позволяет определить концентрацию газа в объеме частиц порошка до и после химической обработки (табл. 1). Из полученных результатов следует, что азот и водород ведут себя как адсорбирующиеся примеси, поскольку их содержание в объеме частиц порошка мало изменяется. Уменьшение концентрации кислорода после химической обработки, по-видимому, связано с удалением окислов, образованных на основе элементов, входящих в состав материала мельницы.

Таким образом, порошки различного гранулометрического состава различаются содержанием газовых примесей, и это различие растет с увеличением площади удельной поверхности частиц порошка. Уменьшение концентрации примесей способствует получению качественных изделий методом горячего прессования.

Содержание газов в другой партии исходного порошка и горячепрессованных образцах додекаборида алюминия плотностью ~1,9 г/см³ определяли методами термокинети-

Таблица 1
Концентрация газов в порошке додекаборида алюминия, мас. %

Состояние порошка	O	N	H
Исходный	0,46	0,08	0,003
После химической обработки	0,008	0,07	0,004

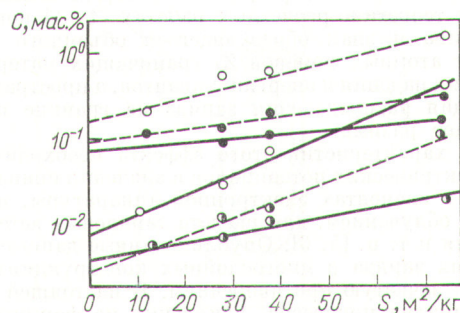


Рис. 1. Зависимость концентрации кислорода (O), азота (●) и водорода (●) от площади удельной поверхности порошков додекаборида алюминия до (—) и после (—) химической обработки

Таблица 2

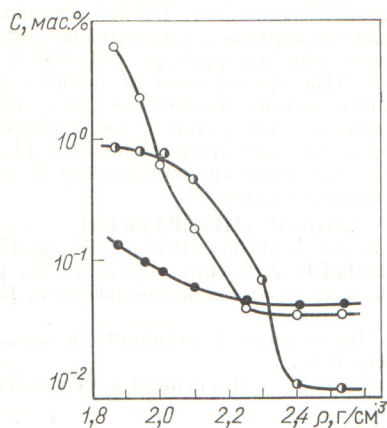


Рис. 2. Зависимость концентрации кислорода (○), азота (●) и водорода (⊙) от плотности изделий из додекаборида алюминия.

ческого анализа и восстановительного плавления в потоке инертного газа. Результаты измерений (табл. 2) показывают, что содержание кислорода в изделиях по сравнению с исходным порошком увеличивается в несколько раз. Для удаления газовых примесей, особенно кислорода, из образцов необходим термический отжиг. Отжиг при 1200 °С в течение 2 ч в среде инертного газа уменьшает концентрацию газов в образцах на 30—100%. На рис. 2 показано, как зависит общая концентрация газов от плотности образцов додекаборидов алюминия, полученных методом горячего прессования на воздухе.

Таким образом, содержание газов в изделиях из додекаборида алюминия в основном определяется технологией получения исходного порошка и горячего прессования, обуславливающей количество и размеры пор в материале.

Концентрация газов в исходном порошке и горячепрессованных изделиях из додекаборида алюминия, мас. %

Материал	O	N*	H*
Исходный порошок	1,07	0,16; 0,08	0,025; 0,011
Изделие	3,4	0,043; 0,004	0,016; 0,005

* Первое число — общая концентрация; второе — на поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неронов В. А. Бориды алюминия. Новосибирск, Наука, 1966.
2. Байрамашвили И. А. и др.— Физика и техника полупроводников, 1977, т. 41, № 4, с. 768.
3. Berezin A. A. et al.— In: Proc. 12th Intern. Conf. of Phys. of Semicond. Stuttgart, 1974, p. 291.
4. Неронов В. А., Ламихов Л. К., Самсонов Г. В.— В кн.: Исследования в области химии и технологии минеральных солей и окислов. М.— Л., Наука, 1965, с. 368.
5. Оганезов К. А. и др.— Сообщ. АН СССР, 1971, т. 63, № 3, с. 578.
6. Оганезов К. А., Байрамашвили И. А., Чепелев В. В.— Там же, 1972, т. 67, № 1, с. 125.
7. Оганезов К. А., Байрамашвили И. А.— Там же, 1977, т. 85, № 3, с. 657.

Поступило в Редакцию 28.10.79

УДК 539.122.717

Распределение объемного заряда в слоистых структурах

АДАДУРОВ А. Ф., ЛАЗУРИК В. Т., ШИЛОБРЕЕВ Б. А., ЯКОВЛЕВ М. В.

Прохождение γ -излучения через вещество сопровождается образованием в облучаемом материале объемного заряда, величина которого в бесконечной однородной среде определяется ослаблением потока γ -квантов и в области γ -электронного равновесия мала. Вблизи границы раздела различных материалов равновесие нарушается, что может приводить к возникновению в приграничной области значительного объемного заряда. В некоторых экспериментальных и теоретико-расчетных работах [1—4] показано, что величина и знак образующегося объемного заряда зависят от атомных номеров Z_i граничащих материалов, направления падения и энергии γ -квантов, а пространственная функция распределения заряда на границе раздела претерпевает разрыв.

Знание характеристик этого эффекта необходимо для оценки электрических потенциалов и значения ионизационного тока в элементах электронной аппаратуры, находящейся под облучением, для расчета зарядовых детекторов γ -излучения и т. п. [5, 6]. Опубликованные данные о распределении заряда в многослойных конструкциях недостаточны и зачастую противоречивы. В настоящей работе проведен анализ процессов, влияющих на формирование распределений объемного заряда в плоской конструкции. Приведены результаты расчета методом Монте-Карло глубинных распределений объемного заряда в полиэтилене

на границе с медью при облучении квантами энергией 0,2—1,5 МэВ. Результаты расчета сравниваются со специально поставленным экспериментом.

Будем интересоваться лишь возникающим за счет взаимодействия квантов с веществом зарядом Q , не учитывая при этом эффектов, связанных с изменением потенциала и электропроводности образца в процессе облучения. В этом случае при облучении двухслойной конструкции ($Z_1 \neq Z_2$) потоком γ -квантов, нормально падающих на поверхность первого слоя, знак и величина заряда Q_i , отнесенная к числу падающих γ -квантов, в первом приближении может быть оценена разностью соответствующих квантовых эффективностей. Так, в приграничной области второго слоя образуется заряд

$$Q_2 \approx e(\eta_2^F - \eta_1^F),$$

где η_i^F — квантовый выход в направлении движения γ -квантов; e — заряд электрона.

В соответствии с приведенным выражением были рассчитаны энергетические зависимости полного заряда Q_i , образующегося при облучении пластин углерода, алюминия и меди в вакууме и в воздухе (рис. 1). Из рис. 1 видно, что наличие воздуха может приводить к существенному изменению величины и даже знака заряда. Это связано